

(19)

(11) Publication number: **08178667 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**(21) Application number: **06320336**(51) Intl. Cl.: **G01C 19/56 G01P 15/14 H01L 29/84**(22) Application date: **22.12.94**

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: **12.07.96**(84) Designated contracting  
states:(71) Applicant: **JAPAN AVIATION ELECTRON IND  
LTD**(72) Inventor: **TAI TOMISHIGE**

(74) Representative:

**(54) SEMICONDUCTOR  
ANGULAR VELOCITY  
SENSOR**

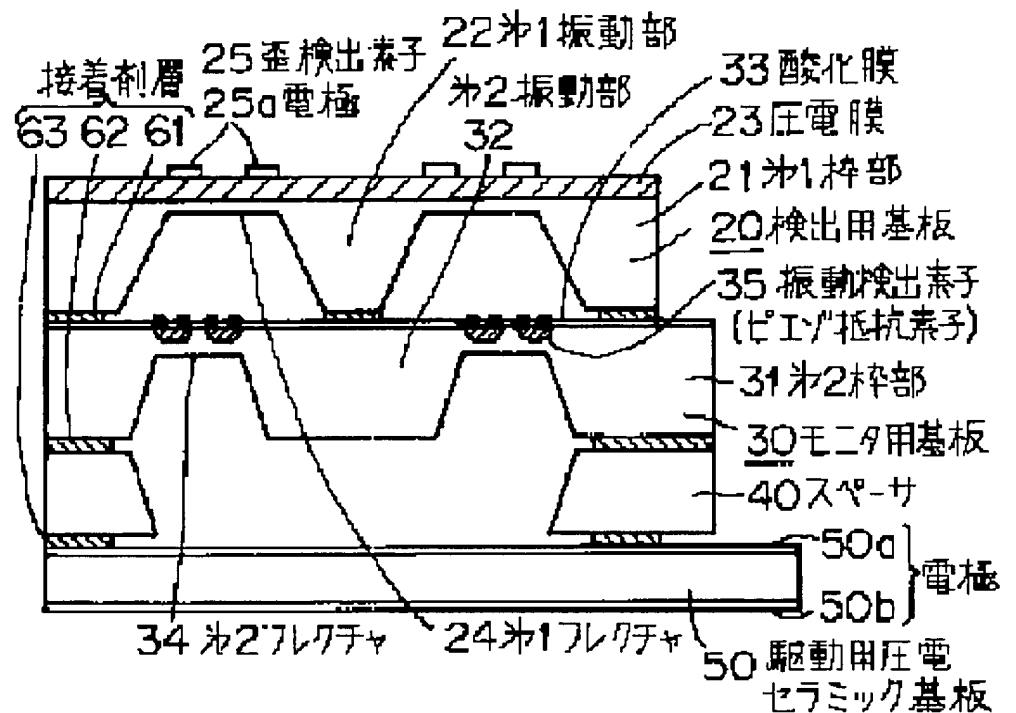
(57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve the productivity, economic property, and stability to temperature change and change with the lapse of time.

**CONSTITUTION:** A detecting base 20, a monitor base 30, a spacer 40, and a driving piezoelectric ceramic base 50 are bonded through adhesive layers. On the detecting base 20 and the monitor base 30, first and second frame parts 21, 31, first and second flexors 24, 34, and first and second vibrating parts 22, 23 are formed by the anisotropic etching of a semiconductor base, respectively. A distortion detecting element 25 such as a piezoelectric element for detecting the Coriolis force received by the first vibrating part 22 from an input angle speed as a distortion is formed on the first flexor 24. A vibration detecting element 35 such

as a piezo resistance bridge for detecting the vibrating state of the second vibrating part 32 is formed on the second flexor 34. The first frame part 21 and the first vibrating part 22 are bonded to the second frame part 31 and the second vibrating part 32, respectively, and the bottom surface of the second frame part 31 is bonded to the ceramic base 50 through the spacer 40.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-178667

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 15/14

H 0 1 L 29/84

識別記号

庁内整理番号

9402-2F

F I

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平6-320336

(22) 出願日 平成6年(1994)12月22日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 田井 富茂

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番6号 日本

航空電子工業株式会社内

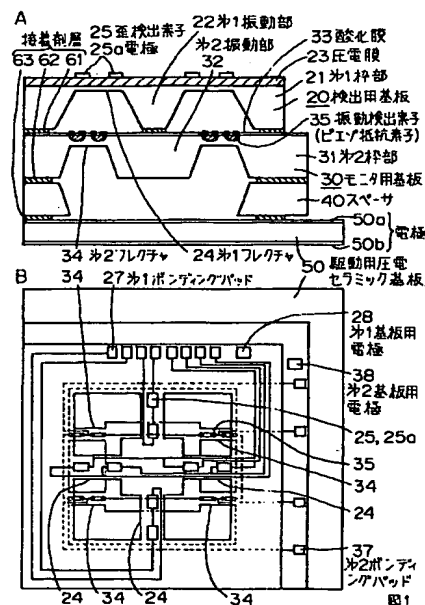
(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体角速度センサ

(57) 【要約】

【目的】 生産性、経済性及び温度変化、経時に対する安定性を向上させる。

【構成】 検出用基板20とモニタ用基板30とスペーサ40と駆動用圧電セラミック基板50とが接着剤層で接合される。検出用基板20及びモニタ用基板30にはそれぞれシリコンのような半導体基板の異方性エッチングによって、第1、第2枠部、第1、第2フレクチャ、第1、第2振動部がそれぞれ形成される。第1フレクチャ上に、入力角速度により第1振動部が受けるコリオリ力を歪として検出する圧電素子のような歪検出素子25が形成される。第2フレクチャ上に第2振動部の振動状態を検出するピエゾ抵抗ブリッジのような振動検出素子が形成される。第1枠部及び第1振動部が第2枠部及び第2振動部とそれぞれ接合され、第2枠部の底面がスペーサ40を介してセラミック基板50に接合される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成され、第1枠部と、その第1枠部内に空隙を介して島状に配された第1振動部と、その第1振動部を第1枠部に橋絡して支持する薄肉の第1フレクチャとを有し、その第1フレクチャ上に、入力角速度により第1振動部が受けるコリオリ力を歪として検出する歪検出素子が形成されて成る検出用基板と、

半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成された、第2枠部と、その第2枠部内に空隙を介して島状に配された第2振動部と、その第2振動部を第2枠部に橋絡して支持する薄肉の第2フレクチャとを有し、その第2フレクチャ上に、第2振動部の振動状態を検出する振動検出素子が形成されて成るモニタ用基板とを有し、前記検出用基板の第1枠部及び第1振動部は、前記モニタ用基板の第2枠部及び第2振動部とそれぞれ接着剤層により張り合されていることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項2】 請求項1において、前記検出用基板とモニタ用基板との接合体に、更に駆動用圧電セラミック基板がスペーサを介して接合されていることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項3】 請求項1または2において、前記検出用基板の歪検出素子が圧電素子であることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項4】 請求項1または2において、前記モニタ用基板の振動検出素子がピエゾ抵抗素子より成ることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項5】 請求項2において、前記スペーサが半導体基板の異方性エッチングにより形成された枠部より成ることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項6】 請求項1または2において、前記検出用基板の第1フレクチャと前記モニタ用基板の第2フレクチャとは互いに重ならないようにずらされていることを特徴とする半導体角速度センサ。

【請求項7】 請求項1または2において、前記検出用基板及びモニタ用基板がシリコン単結晶基板により構成されていることを特徴とする半導体角速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、飛行体、車両、ロボット、人体などの位置、姿勢観測／制御などに利用できる角速度センサに関し、特に小型、安価で特性の安定した半導体角速度センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の振動型角速度センサ1は、図4に示すようなビーム型のものと、図5に示すような音叉型のものがある。

## ① ビーム型の場合

代表的なものとして図4のように振動子2とそれを支持

する支持部材3とX軸に垂直に設けた駆動用の圧電素子6a及びその対面の駆動状態のモニタ用の圧電素子6bとY軸に垂直な面に設けた検出用の圧電素子6cにより構成される。圧電素子6(6a, 6b, 6c)は圧電体4(4a, 4b, 4c)の表面に電極5(5a, 5b, 5c)を形成したものである。

【0003】 振動子2をX軸方向に屈曲振動させている時(理想的には、直線振動)、Z軸方向に $\Omega$ の入力角速度があった場合、Y軸方向にコリオリ力( $F = -2mV\Omega$ ; mは振動子の質量、Vは振動速度)を受け、屈曲振動はX軸及びY軸方向の合成振動となり、楕円状にビーム変位を起こす。このときの振動子2のY軸に垂直な面の歪(応力)を検出することによってコリオリ力、従って、入力角速度 $\Omega$ に比例した出力が得られる。なお、振動子用のビーム7の材質は、エリンバーや石英などの高弾性材を用い、支持部材3にピアノ線などのワイヤーを用い、圧電体4として圧電セラミックを使用する。図6に、ビーム7が駆動されてX軸方向に屈曲振動をしているときに、入力角速度 $\Omega$ がZ軸方向に加えられた場合の変位(振動)状態を示してある。

## 【0004】 ② 音叉型の場合

代表的なものとして図5のように音叉型の振動子2とその各振動片上に駆動用圧電素子6a及びモニタ用圧電素子6bを有し、音叉8の振動方向と同一方向に屈曲可能な板状の支持部材9とその上の検出用の圧電素子6cを有する構造により形成される。

【0005】 図7に示すように音叉8の振動に対して垂直方向(Z軸方向)に入力角速度 $\Omega$ が入った場合、音叉8の各振動片の振動方向が互いに逆向きであるため、音叉8を支持する前記支持部材9に曲げモーメントが発生し、支持部材9を屈曲させ、そのときの支持部材9上の歪(応力)を圧電素子6cで検出することによって入力角速度 $\Omega$ に比例した出力が得られる。音叉8が駆動されてX軸方向に振動しているときに、入力角速度 $\Omega$ がZ軸方向に加えられた場合の変位(振動)状態を図7に示してある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 以上述べたように、従来の角速度センサ1は、ビーム型／音叉型と大きく2つのタイプがある。ビーム型の場合には支持部材3と振動子2とを各々別々に作製し、スポット溶接あるいは接着などによって組立てる必要があった。また、圧電素子6もビーム作製後接着等により張り付けるなどの工程が必要であり、複数個同時に作製しづらいという欠点があった。

【0007】 音叉型の場合にも、圧電素子6の張り付けなどの組立てや音叉8の加工が3次元であるため複数個を同時に作製しづらく、個別に調整が必要であるなどの欠点があった。また、検出用の素子6cを振動面に対して垂直な方向へ配置する必要があり、作製が煩雑となる

欠点があった。

【0008】加えて、振動のモニタとして圧電素子を使用し、その圧電素子は温度特性及び経時変化特性が劣っており、このモニタ出力に応じてセンサを駆動しているため、駆動振動状態を一定に保つのが困難であった。本発明は、従来の欠点を除去し、個別に組み立てることなく、複数個を同時に精度よく作製できる、つまり生産性に優れ、安価で、温度や経時に対して性能の安定した角速度センサを提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

(1) 請求項1の半導体角速度センサは、検出用基板とモニタ用基板とを有し、その検出用基板は、半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成され、第1枠部と、その第1枠部内に空隙を介して島状に配された第1振動部と、その第1振動部を第1枠部に橋絡して支持する薄肉の第1フレクチャとを有し、その第1フレクチャ上に、入力角速度により第1振動部が受けるコリオリ力を歪として検出する歪検出素子が形成されている。

【0010】また、モニタ用基板は、半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成された、第2枠部と、その第2枠部内に空隙を介して島状に配された第2振動部と、その第2振動部を第2枠部に橋絡して支持する薄肉の第2フレクチャとを有し、その第2フレクチャ上に、第2振動部の振動状態を検出する振動検出素子が形成されている。検出用基板の第1枠部及び第1振動部は、モニタ用基板の第2枠部及び第2振動部とそれぞれ接着剤層により張り合わされている。

【0011】(2) 請求項2の発明では、前記(1)において、検出用基板とモニタ用基板の接合体に、更に駆動用圧電セラミック基板がスペーサを介して接合されている。

(3) 請求項3の発明では、前記(1)または(2)において、検出用基板の歪検出素子が圧電素子とされる。

【0012】(4) 請求項4の発明では、前記(1)または(2)において、モニタ用基板の振動検出素子がピエゾ抵抗素子により形成される。

(5) 請求項5の発明では、前記(2)において、スペーサが半導体基板の異方性エッチングにより形成された枠部で構成される。

(6) 請求項6の発明では、前記(1)または(2)において、検出用基板の第1フレクチャとモニタ用基板の第2フレクチャとは互いに重ならないようにずらされている。

【0013】(7) 請求項7の発明では、前記(1)または(2)において、検出用基板及びモニタ用基板がシリコン単結晶基板により構成される。

【0014】

【実施例】この発明の実施例を図1～図3を参照して説明する。この発明の角速度センサは検出用基板20とモ

ニタ用基板30とを張り合せた構造をもっている。検出用基板20はシリコン単結晶基板のような半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成された、第1枠部21と、その第1枠部21内に空隙を介して島状に配された第1振動部22と、その第1振動部22を第1枠部21に橋絡して支持する薄肉の第1フレクチャ24とを有し、その第1フレクチャ24上に、第1振動部22が入力角速度により受けるコリオリ力を歪(応力)として検出する歪検出素子25が形成されている。

10 【0015】モニタ用基板30は、シリコン単結晶基板のような半導体基板の異方性エッチングによりそれぞれ形成された、第2枠部31と、その第2枠部31内に空隙を介して島状に配された第2振動部32と、その第2振動部32を第2枠部31に橋絡して支持する薄肉の第2フレクチャ34とを有し、その第2フレクチャ34上に、第2振動部32の振動状態を検出する振動検出素子36が形成されている。検出用基板20の第1枠部21及び第1振動部22はモニタ用基板30の第2枠部31及び第2振動部32とそれぞれ接着剤層61により張り合されている。

20 【0016】この例では、モニタ用基板30の第2枠部31の底面に、枠状のスペーサ40が接着剤層62により張り合され、更にそのスペーサ40の底面に駆動用圧電セラミック基板50が接着剤層63により張り合される。モニタ用基板30は、両端支持型の加速度センサとして知られており、ピエゾ抵抗素子をブリッジ接続して成る振動検出素子35により振動部(加速度センサでは質量部)の変位状態を検出する事ができる。シリコン単結晶基板のような半導体基板は導電性があるので、モニタ用基板30の表面には絶縁性の酸化膜( $\text{SiO}_2$ )33が形成され、その上に電極、配線パターン、外部接続用の第2ボンディングパッド37が形成される。ただし、第2基板用電極36は、半導体基板をアースするために直接その上に形成されている。

30 【0017】検出用基板20はシリコン基板上に酸化亜鉛などの圧電膜23をスパッタ等により形成し、第1フレクチャ24の圧電膜23上に電極25aを形成する事によって、第1フレクチャ24の受ける歪(応力)を検出する歪検出素子25が形成される。第1フレクチャ24上で電極25aを配置する位置と、それをブリッジ結線する仕方により、第1振動部22の傾き成分や変位成分を検出する事ができる。このように検出用基板20は、圧電型の多軸加速度センサの構造をとっている。なお本実施例においては、第1振動部(加速度センサでは質量部)22の傾きを検出するように結線を施してある。圧電膜23上には、電極25a以外に配線パターン、第1ボンディングパッド27が形成される。ただし第1基板用電極26は半導体基板上に直接形成され、外部で共通電位点に接続される。

50 【0018】以上の検出用基板とモニタ用基板とを接合

したものに、更に圧電セラミック基板50を張り合わせることで、圧電セラミック基板50の振動により、第1、第2振動部22、32が一体となった振動部が図中で上下方向に共振する周波数で圧電セラミック基板50の両電極50a、50b間に電圧を印加する。この時、振動部の共振の状態はモニタ用基板上の振動検出素子（ピエゾ抵抗ブリッジ）35によりモニタされ、圧電セラミック基板50に加える電圧を制御し、一定の振動状態を維持する。このとき、振動方向に対し垂直に角速度が入力すると、振動部22、23はコリオリ力によって傾き、その傾きは、検出用基板上の第1フレクチャ24の歪を介して発生する電荷と対応するピエゾ抵抗ブリッジの出力電圧により検出される。

【0019】なお、スペーサ40は例えばシリコン単結晶基板のような半導体基板の異方性エッチングにより枠状に形成すれば、検出用基板20、モニタ用基板30と同じ製造設備を利用できるので望ましい。検出用基板の第1フレクチャ24とモニタ用基板の第2フレクチャ34とを図1Bに示すように、互いに重ならないようにずらして形成すると、第2フレクチャ34を上より顕微鏡等を用いて検査することができて望ましい。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、振動の

モニタをピエゾ抵抗ブリッジのような温度変化、経時に対して安定した振動検出素子により構成する事によって安定した振動のモニタを実現し、そのモニタ出力に応じてセンサを駆動するようにしたので角速度センサの安定性を向上させる事ができる。また、モニタ用基板と検出用基板を別々に、パッチにて作製後、接着／接合する為、複雑な製造工程を必要とせず、安価で量産に適するセンサが得られる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の実施例を示す図で、Aは断面模式図、Bは平面模式図。

【図2】図1の検出用基板20を示す図で、Aは断面模式図、Bは平面模式図。

【図3】図1のモニタ用基板30を示す図で、Aは断面模式図、Bは平面模式図。

【図4】従来のビーム型角速度センサを示す図で、Aは斜視図、Bは断面図。

【図5】従来の音叉型角速度センサを示す図で、Aは斜視図、Bは平面図。

20 【図6】図4のビーム型角速度センサの振動モードを示す原理図。

【図7】図5の音叉型角速度センサの振動モードを示す原理図。

【図2】

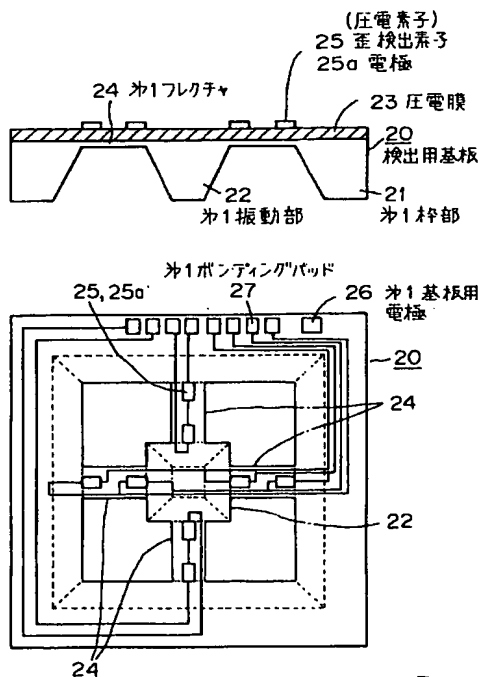


図2

【図3】

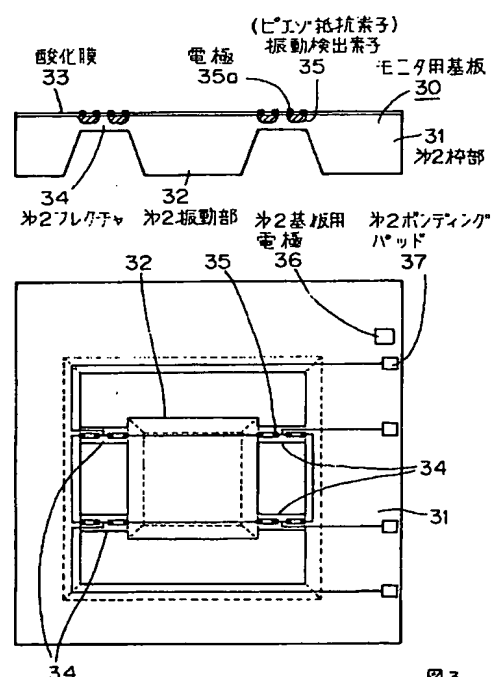


図3

【図4】

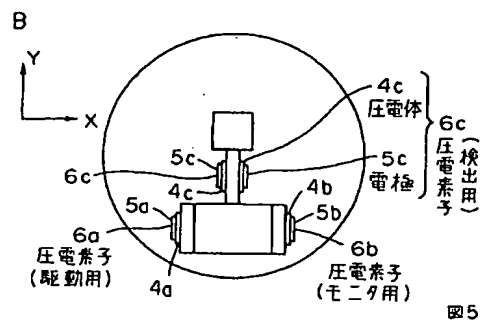
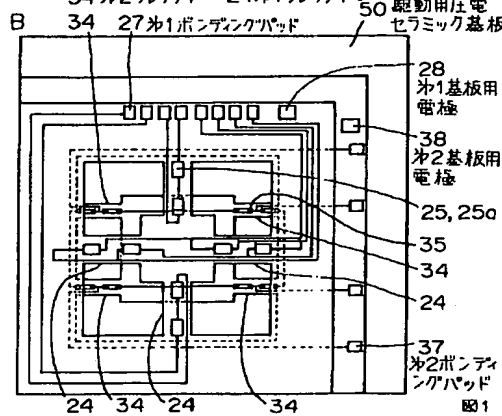
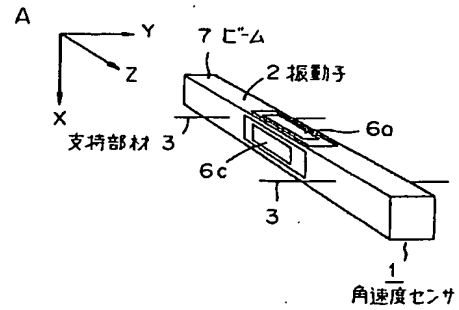


图 5

【図6】

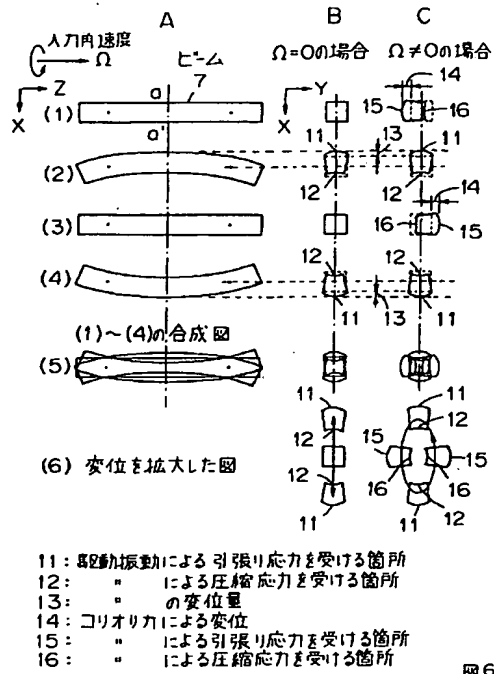


図6

【図7】

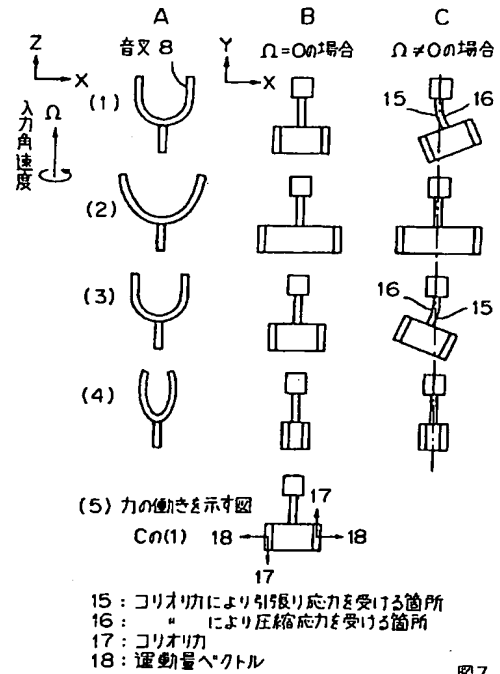


図7